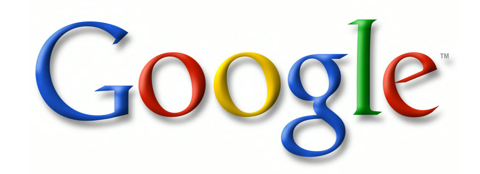




# Zur Kenntnis
der
# Oxalsäurebildung durch Bakterien.

Inaugural-Dissertation

zur

**Erlangung der Doctorwürde**

vorgelegt der

**hohen philosophischen Fakultät**

der

**Universität Basel**

von

**Friedrich Banning**
aus Münster i. W.




Jena,
Gustav Fischer.
1902.





Wie der Chemiker zahlreiche organische Verbindungen zu Oxalsäure oxydieren kann, so auch die Pflanze. Zunächst lernte man zahlreiche chlorophyllhaltige Pflanzen als Oxalsäurebildner kennen [1]), später auch chlorophylllose Gewächse, speziell aus dem Bereiche der Pilze im engeren Sinne [2]), Zuletzt an der Wende des Jahrhunderts wurde dann noch die Thatsache festgestellt, daß selbst unter den niedersten chlorophylllosen Pflanzen, den Spaltpilzen oder Bakterien die Fähigkeit, Oxalsäure zu erzeugen, vorkommt.

Letztere Thatsache ist von Zopf [3]) gefunden worden. Er ging von der Vermutung aus, daß Spaltpilze, welche energische Oxydationen in gewisser anderer Richtung auszuführen vermögen, z. B. Alkohol zu Essigsäure oxydieren können, auch die Fähigkeit haben dürften, Zucker zu Oxalsäure zn oxydieren; und die von ihm angestellten Versuche zeigten die Richtigkeit jener Vermutung.

So konnte Zopf für eine Anzahl Essigbakterien, nämlich Bact. aceti Emil Chr. Hansen, Bact. acetigenum Henneberg, Bact. acetosum Henneberg, Bact. ascendens Henneberg, Bact. Kützingianum Emil Chr. Hansen, Bact. Pasteurianum Emil Chr. Hansen und Bact. xylinum J. Brown zunächst feststellen, daß diese Spaltpilze unter gewissen Bedingungen Traubenzucker zu Oxalsäure zu oxydieren vermögen.

In Anknüpfung an diese Thatsache stellte ich mir auf Anregung von Professor Zopf die Aufgabe:

1) noch andere Oxalsäurebildner unter den Spaltpilzen ausfindig zu machen;

2) die Frage zu prüfen, aus welchen organischen Verbindungen die von Zopf und mir ermittelten Oxalsäurebildner Oxalsäure erzeugen können;

3) die neuen Species kurz zu beschreiben.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, dem Herrn Professor Dr. Zopf, für die mir jederzeit in liebenswürdigster Weise erteilte Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

---

1) Kohl, F. G. Anat.-physiol. Unters. d. Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg 1889. Pfeffer, Pflanzenphysiologie.

2) Zopf, Die Pilze. Breslau 1890. Wehmer, Entstehung u. physiol. Bedeutung der Oxalsäure im Stoffwechsel einiger Pilze. (Botanische Zeitung. Bd. XLIX. 1891.)

3) Zopf, Oxalsäurebildung durch Bakterien. (Ber. d. deutsch. Botan. Ges. Bd. XVIII. p. 32.)

## Abschnitt I.

### Ermittelung weiterer Oxalsäure bildender Bakterien.

Ein rationeller, bereits von Zopf beschriebener Weg ist der, Bakterien zu prüfen, von denen schon andere Oxydationswirkungen bekannt sind. Es kämen dabei unter anderen solche in Betracht, die den Alkohol zu Essigsäure oxydieren können, sich also den oben genannten, von Zopf untersuchten Essigbakterien anschließen würden, z. B. Bact. industrium Henneberg, Bact. oxydans Henneberg und Termobacterium aceti Zeidler.

In Rücksicht auf die Thatsache, daß man Kalkoxalat hin und wieder gefunden hat in verschiedenen Bieren, auch in Weinen, im normalen und pathologischen Harn, in den Schleimflüssen der Laubbäume, war es ferner angezeigt zu versuchen, aus solchen Substraten Oxalsäure bildende Bakterien herauszuzüchten.

Ich habe sodann Spaltpilze aus Sauerteig, aus Abwässern, aus Mehl- und Stärkesorten isoliert und sie ebenfalls auf die Fähigkeit, Oxalsäure zu erzeugen, geprüft.

Endlich kam auch eine Reihe bekannter Spaltpilze, wie man sie in den Sammlungen der bakteriologischen Institute vorfindet, zur Prüfung.

Meine Versuche in allen diesen Richtungen haben aber nur teilweise ein positives Resultat geliefert; immerhin kann ich zu den von Zopf nachgewiesenen 7 Oxalsäurebildnern 8 weitere hinzufügen, nämlich:

1) Bact. industrium Henneberg, 2) Bact. oxydans Henneberg, 3) Termobacterium aceti Zeidler, 4) Bact. acidi oxalici nov. spec.[1]), 5) Bact. Monasteriense nov. spec., 6) Bact. diabeticum nov. spec., 7) Bact. Dortmundense nov. spec., 8) Bact. parvulum nov. spec.

Ein negatives Resultat haben ergeben:

Bacillus fluorescens liquefaciens Flügge,
Bacillus mycoïdes Flügge,
Bacillus subtilis Ehrenberg,
Micrococcus agilis Ali-Cohen,
Micrococcus tetragenus Gaffky,
Sarcina aurantiaca Flügge,

1) Von Zopf aus dem saueren Schleimflusse einer Eiche bei Münster i. W. isoliert: No. 1—3 stammten aus dem Institut für Gärungsgewerbe zu Berlin.

Spirillum volutans Kutscher,
Bacterium coli commune Escherich,
Bacterium acidi lactici Hueppe,
Bacterium lactis aërogenes Escherich,
Streptococcus pyogenes Rosenbach,
Staphylococcus pyogenes aureus Rosenbach.

Versuchsanordnung. Wie schon Zopf betonte, ist es von Wichtigkeit, eine Versuchsanordnung zu wählen, bei der die zu erzielenden Bakterienkolonieen in unmittelbarster Berührung mit der Luft stehen. Ich bediente mich daher ebenfalls stets eines festen Nährbodens und impfte die schräge Fläche desselben mit ganz oberflächlichem Impfstrich.

Der Nährboden war folgendermaßen zusammengesetzt:

| | |
|---|---|
| Gelatine 7 Proz., | Pepton 1 Proz., |
| Dextrose 2 Proz., | Fleischextrakt 1 Proz. |

Die durch den Fleischextrakt bedingte natürlich saure Reaktion wurde dem Substrat belassen, weil erfahrungsgemäß gewisse oxydierende Bakterien, speziell die Essigbakterien, bei dieser Reaktion besser gedeihen und besser oxydieren als bei neutraler oder schwach alkalischer [1]).

Die Züchtung geschah bei 22° und dauerte mindestens 14 Tage.

Nur in ein paar Fällen, wo es sich um verflüssigende Bakterien handelte, wurde statt Gelatine Agar 1 Proz. gewählt, bei im übrigen gleicher Zusammensetzung des Nährbodens.

Da der Nährboden in Folge des Fleischextraktzusatzes hinreichend Kalk enthielt, so wurde die gebildete Oxalsäure in Form des Kalksalzes erhalten. Zur Erkennung des Kalkoxalates diente die charakteristische Krystallform, die meist in Oktaëdern, bisweilen auch in kurzen quadratischen Säulen mit aufgesetzten Pyramiden, sonst auch noch in Drusen auftritt; ferner die Unlöslichkeit in Essigsäure, die Löslichkeit in Mineralsäuren ohne Gasentwickelung, die Gipsbildung isolierter Krystalle beim Zusammenbringen mit Schwefelsäure, die Unlöslichkeit in Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform und Ammoniak.

Unter den oben genannten Bedingungen entstehen durch die Thätigkeit der Oxalsäurebildner meist relativ reichliche Mengen von Kalkoxalat. Sie werden teils in den Spaltpilzkolonieen selbst, teils in deren nächster Umgebung abgelagert, meistens in Form von Oktaëdern. Im allgemeinen ist die Bildung der Krystalle innerhalb der Spaltpilzmasse und in deren nächster Umgebung am reichlichsten; je weiter von der Kolonie entfernt, desto mehr nehmen die Krystalle an Größe und Zahl ab. (Vergl. die auf der beifolgenden Tafel gegebenen Figuren.)

Um aus dem massenhaft gebildeten Kalkoxalat gewisser Kulturen die freie Oxalsäure zu gewinnen, spülte ich jene mit Schwefelsäure ab, filtrierte die Lösung zur Entfernung der gebil-

1) Henneberg, Centralbl. f. Bakt. etc. II. Abt. Bd. IV. 1898. p. 18.

deten Gipsnadeln und dampfte ein. Hierbei entstanden gut ausgebildete Oxalsäurekrystalle.

Ferner habe ich zum Nachweise der Oxalsäure hier und da auch noch das von Kohl angegebene Verfahren benutzt: Neutralisiert man die verdünnte salzsaure Lösung der Kalkoxalatkrystalle mit Ammoniak, so erhält man einen 2-fachen Niederschlag, auf dem Boden tetragonale, in der Haut auf der Oberfläche tetragonale und monokline Krystalle gemischt. Behandelt man diese krystallinischen Niederschläge mit Kupferchlorid, filtriert und wäscht den erhaltenen Niederschlag sorgfältig aus, zerteilt ihn in Wasser und leitet Schwefelwasserstoffgas ein, bis alles Kupfer gefällt ist, so entsteht alsdann in der vom Schwefelkupfer abfiltrierten Flüssigkeit mit Kalkwasser ein Niederschlag, welcher sich nicht in Essigsäure, leicht aber in Salzsäure löst, mit anderen Worten Kalkoxalat ist. Dampft man jene Flüssigkeit direkt ein, so schießen alsbald Nadeln reiner Oxalsäure an.

Erfolgt die Versuchsanordnung in der Weise, daß statt des bereits erwähnten, mit Gelatine 7 Proz. oder Agar 1 Proz. hergestellten festen Nährbodens ein flüssiger von der gleichen Zusammensetzung gewählt wird, so tritt im allgemeinen eine minder reiche Kalkoxalatbildung auf. Ein Beispiel möge dies erläutern:

Glycerin 1 Proz. Pepton 1 Proz. Fleischextrakt 1 Proz.
Versuchsdauer 25 Tage; Zimmertemperatur.

| | Mit Gelatine. Oxalatmenge. | Ohne Gelatine. Oxalatmenge. |
|---|---|---|
| Bact. Pasteur. | reichlich | nichts |
| „ aceti | „ | gering |
| „ xylinum | „ | mäßig reichlich |
| „ Dortmund. | „ | „ „ |
| „ ascendens | „ | gering |

Die geringe Oxalatbildung in dem nicht gelatinierten Substrat erklärt sich offenbar daraus, daß die Spaltpilzmasse teilweise oder ganz innerhalb der Flüssigkeit sich befindet, oder gar zu Boden sinkt und in diesen Fällen nicht den vollen Sauerstoffgenuß hat, dessen sich eine auf festem Substrat oberflächlich wachsende Spaltpilzmasse erfreut.

Infolgedessen habe ich für die im Abschnitt II besprochenen Versuche ein für allemal ein festes Substrat gewählt, das mit 7-proz. Gelatine oder für die wenigen Verflüssiger mit 1 Proz. Agar hergestellt war.

## Abschnitt II.

### Prüfung der Frage, aus welchen organischen Verbindungen die von Zopf und mir ermittelten Oxalsäurebildner Oxalsäure zu erzeugen vermögen.

Ehe an diese Frage herangetreten werden konnte, mußten zunächst gewisse Vorprüfungen vorgenommen werden bezüglich der Frage, bei welcher Zusammensetzung des Nährbodens die zu untersuchenden Spaltpilze am besten gedeihen und zugleich Oxalsäure bilden.

Bei diesen Vorprüfungen, die mit Dextrosegelatine vorgenommen wurden, zeigte es sich, daß als günstigste Stickstoffquelle Pepton, als günstigste Nährsalzquelle Liebig's Fleischextrakt anzusehen ist. Ich habe immer 1 Proz. Pepton und 1 Proz. Fleischextrakt benutzt.

Bei Verwendung von Ammoniumsulfat 0,3 Proz. war zwar die Entwickelung gut, aber die Oxalsäurebildung schwach und bei Verwendung von Kaliumnitrat 0,3 Proz. erschien beides, Wachstum und Oxalsäurebildung, gering.

Man könnte gegen das Fleischextrakt als Nährsalzquelle einwenden, daß es ja nicht bloß Nährsalze, sondern auch organische Verbindungen, wie z. B. Leucin, Sarkosin, Kreatin, Kreatinin enthält und deshalb zu exakten Versuchen über die Oxalsäurebildung aus Kohlenstoffverbindungen nicht angewandt werden dürfte. Allein zahlreiche Kontrollversuche haben mir erwiesen, daß die große Mehrzahl der untersuchten Bakterien kohlenstoffhaltige Verbindungen des Fleischextrakts nicht zu Oxalsäure zu oxydieren vermögen, aber allerdings Bact. xylinum, Bact. acidi oxalici und Bact. diabeticum hierzu imstande sind.

Für die mit letzteren Arten angestellten Versuche wurde daher stets folgende Nährsalzlösung verwandt:

$KH_2PO_4$ 0,3 Proz. $Mg SO_4$ 0,2 Proz.

Etwas Kalk wurde in Form von Leitungswasser zugegeben.

Von Kohlenstoffverbindungen wurden geprüft:

1) Kohlenhydrate,
2) Alkohole,
3) Säuren der Fettreihe,
4) Harnstoff, Harnsäure und ihre Derivate,
5) aromatische Säuren.

Die zur Verwendung kommenden Spaltpilze waren folgende fünfzehn:

Bact. aceti Emil Chr. Hansen.
Bact. acetigenum Henneberg.
Bact. acetosum Henneberg.
Bact. ascendens Henneberg.
Bact. Kützing. Emil Chr. Hansen.
Bact. Pasteur. Emil Chr. Hansen.
Bact. industrium Henneberg.
Bact. oxydans Henneberg.
Bact. xylinum Brown.

Bact. acidi oxalici nov. spec.
Bact. Dortmundense nov. spec.
Bact. diabeticum nov. spec.
Bact. parvulum nov. spec.
Bact. Monasteriense nov. spec.
Termobacterium aceti Zeidler.

Was den Nährboden anbetrifft, so wurde für Bact. aceti, Bact. acetigenum, Bact. acetosum, Bact. ascendens, Bact. Kützing., Bact. Pasteur., Bact. industrium, Bact. oxydans, Bact. Dortmundense, Bact. parvulum, Bact. Monasteriense und Termobact. aceti verwandt:

Gelatine 7 Proz. bezw. Agar 1 Proz.
Pepton 1 „ Fleischextrakt 1 „

Der Agarnährboden wurde niemals durch Kochen sterilisiert, sondern stets bei Temperaturen von etwa 75°. Dies hatte den Sinn, zu vermeiden, daß etwa bei anhaltendem Kochen sich geringe Mengen von Oxalsäure bilden könnten.

Für Bact. xylinum, Bact. acidi oxalici und Bact. diabeticum wurde aus den bereits angeführten Gründen als Nährboden vorgesehen:

Pepton 1 Proz. Gelatine 7 Proz. bezw. Agar 1 Proz.

und die bereits oben angeführten Nährsalze.

Den Substraten wurde immer die natürlich saure Reaktion belassen.

Die Kultur geschah in gleich großen Reagiergläsern, die mit gleich großen Mengen des Nährbodens beschickt wurden. Die schrägen Flächen wurden für jede Versuchsreihe möglichst gleich gemacht, und die Impfung mit möglichst gleichen Mengen von Spaltpilzmaterial vorgenommen und zwar immer in derselben Weise, nämlich durch oberflächlichen Impfstrich.

Für jeden einzelnen Versuch verwandte ich 3—4 Reagierglaskulturen und ein Kontrollgefäß.

Die Temperatur war überall die gleiche, 18—22°.

Die Prüfung auf Kalkoxalat wurde immer nach 14 Tagen, in gewissen Fällen nochmals nach 30 Tagen vorgenommen.

Die Kohlenstoffverbindungen wurden in möglichst reinem Zustande verwandt und waren von Merck in Darmstadt bezogen.

Ich will nun zunächst die an den einzelnen Kohlenstoffverbindungen gewonnenen Ergebnisse mitteilen und später übersichtliche Zusammenstellungen derselben geben.

### A. Kohlenhydrate.

Es wurden geprüft: Dextrose, Lävulose, Galaktose, Maltose, Rohrzucker, Milchzucker, Raffinose, Rhamnose (Isodulcit), Arabinose, Stärke, Isolichenin, Inulin, Glykogen, Dextrin, Gummi arabicum.

### 1. Dextrose 2 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | mäßig reichlich | gut |
| „ acetigenum | mäßig reichlich | gut |
| „ acetosum | mäßig reichlich | gut |
| „ ascendens | mäßig reichlich | gut |
| „ industrium | mäßig reichlich | gut |
| „ Kützing. | mäßig reichlich | gut |
| „ oxydans | mäßig reichlich | gut |
| „ Pasteur. | mäßig reichlich | gut |
| „ xylinum | sehr reichlich | gut |
| Termobact. aceti | mäßig reichlich | gut |
| Bact. Dortmund. | reichlich | sehr gut |
| „ acid. oxal. | sehr reichlich | gut |
| „ diabeticum | reichlich | gut |
| „ parvulum | mäßig reichlich | sehr gut |
| „ Monaster. | mäßig reichlich | sehr gut |

Es vermögen also sämtliche 15 Species Dextrose in Oxalsäure umzuwandeln.

Henneberg hat festgestellt, daß Bact. aceti, Bact. acetigenum, Bact. acetosum, Bact. industrium, Bact. Kützing., Bact. oxydans, Bact. Pasteur., Bact. xylinum, Termobact. aceti Dextrose zu Glukonsäure oxydieren, dagegen Bact. ascendens diese Fähigkeit nicht besitzt.

Es wäre nun sehr wohl möglich, daß Bact. aceti, Bact. acetigenum, Bact. acetosum, Bact. industrium, Bact. Kützing., Bact. oxydans, Bact. Pasteur., Bact. xylinum, Termobact. aceti aus Dextrose zunächst immer erst Glukonsäure bilden und diese dann weiter zu Oxalsäure oxydieren, während man von Bact. ascendens annehmen kann, daß es Dextrose direkt zu Oxalsäure oxydiert. Wie es sich mit den von mir isolierten Arten Bact. acidi oxalici, Bact. diabeticum, Bact. parvulum, Bact. Monasteriense und Bact. Dortmundense verhält, mag einstweilen dahingestellt bleiben. Leider erlaubte es die Zeit nicht mehr, letztere Arten auf etwaige Glukonsäurebildung nach Henneberg's Vorgange zu studieren. Ebenso war mir keine Glukonsäure zugänglich, um deren Oxydationsfähigkeit zu Oxalsäure zu prüfen.

### 2. Lävulose 2 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | reichlich | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | nichts | gut |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | reichlich | gut |
| „ Pasteur. | nichts | gut |
| „ xylinum | mäßig reichlich | gut |
| Termobact. aceti | nichts | gut |
| Bact. Dortmund. | reichlich | sehr gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | mäßig reichlich | gut |
| „ parvulum | mäßig reichlich | sehr gut |
| „ Monaster. | mäßig reichlich | sehr gut |

Von den 15 Species vermögen also nur 7 aus Lävulose Oxalsäure zu erzeugen.

### 3. Galaktose 2 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | nichts | wenig gut |
| „ Kützing. | mäßig reichlich | gut |
| „ oxydans | nichts | wenig gut |
| „ Pasteur. | nichts | wenig gut |
| „ xylinum | nichts | gut |
| Termobact. aceti | mäßig reichlich | gut |
| Bact. Dortmund. | mäßig reichlich | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | mäßig reichlich | gut |
| „ Monaster. | nichts | gut |

Es vermögen also von den 15 Species nur 4 Galaktose in Oxalsäure umzuwandeln.

### 4. Maltose 2 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | nichts | gut |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | nichts | wenig gut |
| „ Pasteur. | nichts | wenig gut |
| „ xylinum | nichts | gut |
| Termobact. aceti | nichts | gut |
| Bact. Dortmund. | sehr reichlich | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | mäßig reichlich | gut |
| „ parvulum | sehr reichlich | sehr gut |
| „ Monaster. | sehr reichlich | sehr gut |

Von den 15 Species erzeugen demnach 4 aus Maltose Oxalsäure.

### 5. Rohrzucker 2 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | mäßig reichlich | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | sehr reichlich | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | nichts | wenig gut |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | nichts | wenig gut |
| „ Pasteur. | sehr reichlich | gut |
| „ xylinum | nichts | sehr gut |
| Termobact. aceti | nichts | gut |
| Bact. Dortmund. | sehr reichlich | sehr gut |
| „ acid. oxal. | nichts | sehr gut |
| „ diabeticum | mäßig reichlich | gut |
| „ parvulum | reichlich | sehr gut |
| „ Monaster. | reichlich | sehr gut |

Es vermögen also von den 15 Arten 7 Rohrzucker in Oxalsäure umzuwandeln.

### 6. Milchzucker 2 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | gut |
| „ acetigenum | nichts | wenig gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | nichts | wenig gut |
| „ Kützing. | reichlich | gut |
| „ oxydans | nichts | wenig gut |
| „ Pasteur. | nichts | wenig gut |
| „ xylinum | nichts | gut |
| Termobact. aceti | nichts | gut |
| Bact. Dortmund. | reichlich | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | wenig gut |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | gut |
| „ Monaster. | reichlich | gut |

Von den 15 Species vermögen nur 3 aus Milchzucker Oxalsäure zu bilden.

### 7. Raffinose 2 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | nichts | wenig gut |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | nichts | gut |
| „ Pasteur. | nichts | gut |
| „ xylinum | nichts | sehr gut |
| Termobact. aceti | nichts | gut |
| Bact. Dortmund. | sehr reichlich | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | sehr gut |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | reichlich | gut |
| „ Monaster. | mäßig reichlich | gut |

Es vermögen von den 15 Arten also nur 3 aus Raffinose Oxalsäure zu erzeugen.

### 8. Rhamnose 1 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | mäßig reichlich | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | mäßig reichlich | gut |
| „ industrium | nichts | wenig gut |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | nichts | wenig gut |
| „ Pasteur. | nichts | wenig gut |
| „ xylinum | mäßig reichlich | gut |
| Termobact. aceti | nichts | wenig gut |
| Bact. Dortmund. | mäßig reichlich | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | wenig gut |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | gut |
| „ Monaster. | mäßig reichlich | gut |

Es vermögen von den 15 Species demnach 5 aus Rhamnose Oxalsäure zu bilden.

### 9. Arabinose 2 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | sehr reichlich | gut |
| „ acetigenum | sehr reichlich | gut |
| „ acetosum | mäßig reichlich | gut |
| „ ascendens | mäßig reichlich | gut |
| „ industrium | nichts | wenig gut |
| „ Kützing. | mäßig reichlich | gut |
| „ oxydans | nichts | wenig gut |
| „ Pasteur. | nichts | gut |
| „ xylinum | mäßig reichlich | gut |
| Termobact. aceti | reichlich | gut |
| Bact. Dortmund. | reichlich | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | mäßig reichlich | gut |
| „ parvulum | sehr reichlich | sehr gut |
| „ Monaster. | reichlich | gut |

Von den 15 Species sind also 11 dazu befähigt, Arabinose in Oxalsäure umzuwandeln.

### 10. Stärke 1 Proz.
(Weizenstärke.)

Eine Kalkoxalatbildung fehlte bei sämtlichen 15 Species. Die Entwickelung war bei allen eine gute.

### 11. Isolichenin 1 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | mäßig reichlich | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | reichlich | gut |
| „ Kützing. | mäßig reichlich | gut |
| „ oxydans | nichts | gut |
| „ Pasteur. | nichts | gut |
| „ xylinum | nichts | gut |
| Termobact. aceti | nichts | gut |
| Bact. Dortmund. | nichts | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | reichlich | gut |
| „ parvulum | reichlich | gut |
| „ Monaster. | reichlich | gut |

Es sind von den 15 Species demnach 6 imstande, aus Isolichenin Oxalsäure zu erzeugen.

### 12. Inulin 1 Proz.

Eine Kalkoxalatbildung fehlte bei sämtlichen 15 Species. Die Entwickelung war bei allen eine gute.

### 13. Glykogen 1 Proz.

Eine Kalkoxalatbildung fehlte bei sämtlichen 15 Species. Die Entwickelung war bei allen eine gute.

### 14. Dextrin 1 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | mäßig reichlich | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | nichts | wenig gut |
| „ Kützing. | sehr reichlich | gut |
| „ oxydans | nichts | wenig gut |
| „ Pasteur. | reichlich | gut |
| „ xylinum | nichts | gut |
| Termobact. aceti | nichts | gut |
| Bact. Dortmund. | nichts | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | reichlich | gut |
| „ Monaster. | reichlich | gut |

Von den 15 Arten vermögen also 5 aus Dextrin Oxalsäure zu erzeugen.

### 15. Gummi arabicum 1 Proz.

Sämtliche 15 Species vermochten nicht aus Gummi arabicum Oxalsäure zu erzeugen. Die Entwickelung war bei allen eine gute.

## B. Alkohole.

Es wurden geprüft: Methylalkohol, Aethylalkohol, Propylalkohol, Butylalkohol, Amylalkohol, Aethylenglykol, Glycerin, Erythrit, Mannit, Dulcit.

### 1. Methylalkohol 1 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | spärlich |
| „ acetigenum | nichts | spärlich |
| „ acetosum | nichts | spärlich |
| „ ascendens | nichts | spärlich |
| „ industrium | nichts | nicht eingetreten |
| „ Kützing. | nichts | spärlich |
| „ oxydans | nichts | spärlich |
| „ Pasteur. | nichts | spärlich |
| „ xylinum | nichts | spärlich |
| Termobact. aceti | nichts | spärlich |
| Bact. Dortmund. | nichts | wenig gut |
| „ acid. oxal. | nichts | nicht eingetreten |
| „ diabeticum | nichts | wenig gut |
| „ parvulum | nichts | wenig gut |
| „ Monaster. | nichts | spärlich |

Es vermochten also sämtliche 15 Arten aus Methylalkohol keine Oxalsäure zu bilden.

| | | |
|---|---|---|
| Bact. industrium | nichts | gut |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | reichlich | gut |
| „ Pasteur. | reichlich | gut |
| „ xylinum | reichlich | gut |
| Termobact. aceti | reichlich | gut |
| Bact. Dortmund. | reichlich | sehr gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | reichlich | gut |
| „ Monaster. | nichts | gut |

Von den 15 Species vermögen also 8 aus Glycerin Oxalsäure zu erzeugen.

### 8. Erythrit 1 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | sehr reichlich | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | reichlich | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | mäßig reichlich | gut |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | reichlich | gut |
| „ Pasteur. | nichts | gut |
| „ xylinum | nichts | gut |
| Termobact. aceti | nichts | gut |
| Bact. Dortmund. | sehr reichlich | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | reichlich | gut |
| „ Monaster. | reichlich | gut |

Von den 15 Species sind demnach 7 dazu befähigt, aus Erythrit Oxalsäure zu bilden.

### 9. Mannit 1 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | reichlich | gut |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | nichts | gut |
| „ Pasteur. | nichts | gut |
| „ xylinum | nichts | gut |
| Thermobact. aceti | nichts | gut |
| Bact. Dortmund. | mäßig reichlich | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | reichlich | gut |
| „ parvulum | nichts | gut |
| „ Monaster. | nichts | sehr gut |

Es vermögen von den 15 Arten also nur 3 Mannit in Oxalsäure umzuwandeln.

### 10. Dulcit 2 Proz.

Eine Kalkoxalatbildung fehlte bei sämtlichen 15 Species. Die Entwickelung war bei allen eine gute.

### C. Säuren der Fettreihe.

Es wurden geprüft: Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Isobuttersäure, Baldriansäure, Glykolsäure, Milchsäure, Malonsäure, Bernsteinsäure, Brenzweinsäure, Aepfelsäure, Weinsäure, Citronensäure, Glykokoll (Amidoessigsäure), Sarkosin (Methylamidoessigsäure), Leucin (Amidokapronsäure).

#### 1. Ameisensäure (Natriumsalz 1 Proz.).

Bei sämtlichen 15 Species keine Oxalsäurebildung. Entwickelung spärlich oder ganz fehlend, nur bei Bact. Dortmund. und Bact. Monaster. gut.

#### 2. Essigsäure (Natriumsalz 1 Proz.).

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | reichlich | gut |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | reichlich | gut |
| „ Pasteur. | nichts | gut |
| „ xylinum | nichts | wenig gut |
| Termobact. aceti | mäßig reichlich | gut |
| Bact. Dortmund. | nichts | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | nichts | wenig gut |
| „ parvulum | nichts | nicht eingetreten |
| „ Monaster. | nichts | nicht eingetreten |

Von sämtlichen 15 Species vermögen demnach 3 aus Essigsäure Oxalsäure zu erzeugen.

#### 3. Propionsäure (Natriumsalz 1 Proz.).

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | wenig gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | wenig gut |
| „ ascendens | nichts | wenig gut |
| „ industrium | nichts | spärlich |
| „ Kützing. | nichts | wenig gut |
| „ oxydans | nichts | wenig gut |
| „ Pasteur. | nichts | wenig gut |
| „ xylinum | nichts | wenig gut |

| | | |
|---|---|---|
| Termobact. aceti | nichts | spärlich |
| Bact. Dortmund. | nichts | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | nicht eingetreten |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | nicht eingetreten |
| „ Monaster. | nichts | nicht eingetreten |

Es vermochten also sämtliche 15 Species aus Propionsäure keine Oxalsäure zu bilden.

4. Buttersäure (Natriumsalz 0,5 Proz.).

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | wenig gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | wenig gut |
| „ ascendens | nichts | wenig gut |
| „ industrium | nichts | spärlich |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | nichts | spärlich |
| „ Pasteur. | nichts | gut |
| „ xylinum | nichts | wenig gut |
| Termobact. aceti | nichts | spärlich |
| Bact. Dortmund. | nichts | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | nicht eingetreten |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | spärlich |
| „ Monaster. | nichts | nicht eingetreten |

Sämtliche 15 Arten waren demnach nicht imstande, aus Buttersäure Oxalsäure zu erzeugen.

5. Isobuttersäure (Natriumsalz 0,5 Proz.).

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | mäßig reichlich | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | nichts | wenig gut |
| „ Kützing. | reichlich | gut |
| „ oxydans | nichts | wenig gut |
| „ Pasteur. | reichlich | gut |
| „ xylinum | nichts | gut |
| Termobact. aceti | nichts | gut |
| Bact. Dortmund. | nichts | nicht eingetreten |
| „ acid. oxal. | nichts | nicht eingetreten |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | nicht eingetreten |
| „ Monaster. | nichts | nicht eingetreten |

Von sämtlichen 15 Species sind demnach 3 imstande, Isobuttersäure in Oxalsäure umzuwandeln.

6. Baldriansäure (Kaliumsalz 0,5 Proz.).

Eine Kalkoxalatbildung fehlte bei sämtlichen 15 Arten. Die Entwickelung war bei allen gut.

### 7. Glykolsäure 0,25 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | sehr reichlich | gut |
| „ acetigenum | reichlich | gut |
| „ acetosum | sehr reichlich | gut |
| „ ascendens | sehr reichlich | gut |
| „ industrium | nichts | nicht eingetreten |
| „ Kützing. | sehr reichlich | gut |
| „ oxydans | nichts | nicht eingetreten |
| „ Pasteur. | sehr reichlich | gut |
| „ xylinum | nichts | nicht eingetreten |
| Termobact. aceti | sehr reichlich | gut |
| Bact. Dortmund. | sehr reichlich | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | nicht eingetreten |
| „ diabeticum | nichts | nicht eingetreten |
| „ parvulum | nichts | nicht eingetreten |
| „ Monaster. | nichts | nicht eingetreten |

Es vermögen also sämtliche Species, bei denen Entwickelung eintritt (8), Glykolsäure in Oxalsäure umzuwandeln.

### 8. Milchsäure (Natriumsalz 1 Proz.).

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | gut |
| „ acetigenum | nichts | gut |
| „ acetosum | nichts | gut |
| „ ascendens | nichts | gut |
| „ industrium | nichts | gut |
| „ Kützing. | reichlich | gut |
| „ oxydans | nichts | gut |
| „ Pasteur. | nichts | gut |
| „ xylinum | nichts | gut |
| Termobact. aceti | reichlich | gut |
| Bact. Dortmund. | reichlich | sehr gut |
| „ acid. oxal. | nichts | gut |
| „ diabeticum | nichts | sehr gut |
| „ parvulum | reichlich | sehr gut |
| „ Monaster. | reichlich | gut |

Von sämtlichen 15 Arten sind also 5 dazu befähigt, aus Milchsäure Oxalsäure zu erzeugen.

### 9. Malonsäure 0,25 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | reichlich | gut |
| „ acetigenum | nichts | spärlich |
| „ acetosum | reichlich | gut |
| „ ascendens | reichlich | gut |
| „ industrium | nichts | spärlich |
| „ Kützing. | reichlich | gut |
| „ oxydans | nichts | spärlich |
| „ Pasteur. | reichlich | gut |
| „ xylinum | nichts | nicht eingetreten |
| Termobact. aceti | reichlich | gut |
| Bact. Dortmund. | mäßig reichlich | sehr gut |
| „ acid. oxal. | nichts | spärlich |
| „ diabeticum | nichts | nicht eingetreten |
| „ parvulum | nichts | nicht eingetreten |
| „ Monaster. | nichts | nicht eingetreten |

Es vermögen von den 15 Arten 7 Malonsäure in Oxalsäure umzuwandeln.

10. Bernsteinsäure (Natriumsalz 1 Proz.).

Bei sämtlichen 15 Arten keine Oxalsäurebildung. Die Entwickelung war bei allen gut.

11. Brenzweinsäure 0,25 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | reichlich | gut |
| „ acetigenum | reichlich | gut |
| „ acitosum | reichlich | gut |
| „ ascendens | reichlich | gut |
| „ industrium | reichlich | gut |
| „ Kützing. | reichlich | gut |
| „ oxydans | nichts | nicht eingetreten |
| „ Pasteur. | mäßig reichlich | gut |
| „ xylinum | nichts | gut |
| Termobact. aceti | reichlich | gut |
| Bact. Dortmund. | mäßig reichlich | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | nicht eingetreten |
| „ diabeticum | nichts | nicht eingetreten |
| „ parvulum | nichts | nicht eingetreten |
| „ Monaster. | nichts | nicht eingetreten |

Es vermögen also von den 15 Species 9 aus Brenzweinsäure Oxalsäure zu erzeugen.

12. Aepfelsäure (Natriumsalz 1 Proz.).

Eine Kalkoxalatbildung fehlte bei sämtlichen 15 Species. Die Entwickelung war bei Bact. acetigenum, Bact. ascendens, Bact. industrium, Bact. oxydans und Bact. acid. oxal. wenig gut, bei allen übrigen gut.

13. Weinsäure (Natriumsalz 1 Proz.)

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | wenig gut |
| „ acetigenum | nichts | wenig gut |
| „ acetosum | nichts | wenig gut |
| „ ascendens | nichts | wenig gut |
| „ industrium | nichts | spärlich |
| „ Kützing. | nichts | wenig gut |
| „ oxydans | nichts | spärlich |
| „ Pasteur. | nichts | wenig gut |
| „ xylinum | nichts | wenig gut |
| Termobact. aceti | nichts | wenig gut |
| Bact. Dortmund. | nichts | sehr gut |
| „ acid. oxal. | nichts | spärlich |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | sehr gut |
| „ Monaster. | nichts | gut |

Sämtliche 15 Arten vermochten demnach nicht aus Weinsäure Oxalsäure zu bilden.

14. Citronensäure (Natriumsalz 1 Proz.).

Eine Kalkoxalatbildung fehlte bei sämtlichen 15 Arten. Die Entwickelung war bei Bact. industrium, Bact. oxydans, Bact.

xylinum, Termobact. aceti und Bact. acid. oxal. wenig gut, bei allen übrigen gut.

### 15. Glykokoll 1 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | wenig gut |
| „ acetigenum | nichts | nicht eingetreten |
| „ acetosum | nichts | wenig gut |
| „ ascendens | nichts | nicht eingetreten |
| „ industrium | nichts | nicht eingetreten |
| „ Kützing. | nichts | wenig gut |
| „ oxydans | nichts | nicht eingetreten |
| „ Pasteur. | nichts | wenig gut |
| „ xylinum | nichts | wenig gut |
| Termobact. aceti | nichts | wenig gut |
| Bact. Dortmund. | nichts | wenig gut |
| „ acid. oxal. | nichts | nicht eingetreten |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | gut |
| „ Monaster. | nichts | wenig gut |

Sämtliche 15 Species vermochten also nicht Glykokoll in Oxalsäure umzuwandeln.

### 16. Sarkosin 0,25 Proz.

Bei sämtlichen 15 Species keine Oxalsäurebildung. Die Entwickelung war bei allen gut.

### 17. Leucin 0,5 Proz.

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | wenig gut |
| „ acetigenum | nichts | wenig gut |
| „ acetosum | nichts | wenig gut |
| „ ascendens | nichts | wenig gut |
| „ industrium | nichts | wenig gut |
| „ Kützing. | nichts | wenig gut |
| „ oxydans | nichts | spärlich |
| „ Pasteur. | nichts | wenig gut |
| „ xylinum | nichts | wenig gut |
| Termobact. aceti | nichts | wenig gut |
| Bact. Dortmund. | nichts | wenig gut |
| „ acid. oxal. | nichts | spärlich |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | gut |
| „ Monaster. | nichts | wenig gut |

Es vermochten demnach sämtliche Arten nicht aus Leucin Oxalsäure zu bilden.

## D. Harnstoff, Harnsäure und ihre Derivate.

Es wurden geprüft: Harnstoff, Harnsäure, Kreatin, Kreatinin.

1. Harnstoff 1 Proz.

| | Kalkoxalatbildung. | Entwickelung. |
|---|---|---|
| Bact. actei | nichts | wenig gut |
| „ acetigenum | nichts | wenig gut |
| „ acetosum | nichts | wenig gut |
| „ ascendens | nichts | wenig gut |
| „ industrium | nichts | spärlich |
| „ Kützing. | nichts | wenig gut |
| „ oxydans | nichts | wenig gut |
| „ Pasteur. | nichts | spärlich |
| „ xylinum | nichts | spärlich |
| Termobact. aceti | nichts | wenig gut |
| Bact. Dortmund. | nichts | wenig gut |
| „ acid. oxal. | nichts | spärlich |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | gut |
| „ Monaster. | nichts | wenig gut |

Sämtliche 15 Arten waren also nicht imstande, Harnstoff in Oxalsäure umzuwandeln.

2. Harnsäure (Kaliumsalz 0,5 Proz.).

Eine Kalkoxalatbildung fehlte bei sämtlichen 15 Arten. Die Entwickelung war wenig gut, nur bei Bact. diabeticum und Bact. parvulum gut.

3. Kreatin 0,25 Proz.

Sämtliche 15 Species vermochten nicht aus Kreatin Oxalsäure zu erzeugen. Die Entwickelung war bei allen gut.

4. Kreatinin 0,25 Proz.

Sämtliche 15 Species vermochten nicht aus Kreatinin Oxalsäure zu erzeugen. Die Entwickelung war bei allen gut.

### E. Aromatische Säuren.

Es wurden geprüft: Benzoësäure, Hippursäure, Salicylsäure, Tyrosin (Amidohydrokumarsäure).

1. Benzoësäure (Kaliumsalz 0,5 Proz.).

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | gut |
| „ acetigenum | nichts | nicht eingetreten |
| „ acetosum | nichts | wenig gut |
| „ ascendens | nichts | spärlich |
| „ industrium | nichts | nicht eingetreten |
| „ Kützing. | nichts | gut |
| „ oxydans | nichts | nicht eingetreten |
| „ Pasteur. | nichts | gut |
| „ xylinum | nichts | spärlich |
| Termobact. aceti | nichts | wenig gut |
| Bact. Dortmund. | nichts | nicht eingetreten |
| „ acid. oxal. | nichts | spärlich |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | nicht eingetreten |
| „ Monaster. | nichts | nicht eingetreten |

Es vermochten also sämtliche 15 Arten aus Benzoësäure keine Oxalsäure zu bilden.

2. Hippursäure (Natriumsalz 0,5 Proz.).

| | Kalkoxalatbildung | Entwickelung |
|---|---|---|
| Bact. aceti | nichts | wenig gut |
| „ acetigenum | nichts | spärlich |
| „ acetosum | nichts | wenig gut |
| „ ascendens | nichts | wenig gut |
| „ industrium | nichts | spärlich |
| „ Kützing. | nichts | wenig gut |
| „ oxydans | nichts | spärlich |
| „ Pasteur. | nichts | wenig gut |
| „ xylinum | nichts | spärlich |
| Termobact. aceti | nichts | wenig gut |
| Bact. Dortmund. | nichts | gut |
| „ acid. oxal. | nichts | nicht eingetreten |
| „ diabeticum | nichts | gut |
| „ parvulum | nichts | gut |
| „ Monaster. | nichts | gut |

Sämtliche 15 Species waren also nicht dazu befähigt, aus Hippursäure Oxalsäure zu erzeugen.

3. Salicylsäure (Natriumsalz 0,5 Proz.).

Eine Kalkoxalatbildung fehlte bei sämtlichen 15 Species. Die Entwickelung war spärlich oder ganz fehlend, nur bei Bact. aceti, Bact. acetosum und Bact. diabeticum gut.

4. Tyrosin 0,25 Proz.

Sämtliche 15 Arten vermochten nicht Tyrosin in Oxalsäure umzuwandeln. Die Entwickelung war bei Bact. acetigenum, Bact. industrium, Bact. oxydans, Bact. Pasteur. und Bact. acid. oxal. wenig gut, bei allen übrigen gut.

## Zusammenfassung der Resultate.

Zum Schlusse möchte ich die Ergebnisse, die mit den verschiedenen Kohlenhydraten, Alkoholen u. s. w. gewonnen sind, in übersichtlichen Tabellen zusammenstellen, um aus diesen dann Schlußfolgerungen ziehen zu können.

Zur kurzen Bezeichnung der Resultate wurden gewählt:

Das Zeichen — für den Mangel an Oxalsäurebildung;

Die Zahlen 1, 2, 3 für das Auftreten derselben,

und zwar soll die Zahl 1 mäßig reichliche, die Zahl 2 reichliche und die Zahl 3 sehr reichliche Oxalsäurebildung (in Form von Kalkoxalat) andeuten [1]).

1) Bei der mikroskopischen Untersuchung der Kolonieen läßt es sich ganz gut feststellen, ob Kalkoxalatkrystalle spärlich oder reichlich, klein oder groß auftreten.

A. Kohlenhydrate.

| | 2 % Dextrose | 2 % Lävulose | 2 % Galaktose | 2 % Maltose | 2 % Rohrzucker | 2 % Milchzucker | 2 % Raffinose | 1 % Rhamnose | 2 % Arabinose | 1 % Stärke | 1 % Isolichenin | 1 % Inulin | 1 % Glykogen | 1 % Dextrin | 1 % Gummi arab. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bact. aceti | 1 | 2 | — | — | 1 | — | — | 1 | 3 | — | 1 | — | — | — | — |
| „ acetigenum | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 3 | — | — | — | — | — | — |
| „ acetosum | 1 | — | — | — | 3 | — | — | — | 1 | — | — | — | — | 1 | — |
| „ ascendens | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| „ industrium | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — |
| „ Kützing. | 1 | — | 1 | — | — | 2 | — | — | 1 | — | 1 | — | — | 3 | — |
| „ oxydans | 1 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| „ Pasteur. | 1 | — | — | — | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — |
| „ xylinum | 3 | 1 | — | — | — | — | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| Termobact. aceti | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — |
| Bact. Dortmund. | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | — | — | — | — | — | — |
| „ acid. oxal. | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| „ diabeticum | 2 | 1 | — | 1 | 1 | — | — | — | 1 | — | 2 | — | — | — | — |
| „ parvulum | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | — | 2 | — | 3 | — | 2 | — | — | 2 | — |
| „ Monaster. | 1 | 1 | — | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | — | 2 | — | — | 2 | — |

Unter den oben angegebenen Bedingungen werden also: Stärke, Inulin, Glykogen, Gummi arabicum von keiner Species, Dextrose dagegen von allen 15 Arten, Lävulose, Galaktose, Maltose, Rohrzucker, Milchzucker, Raffinose, Rhamnose, Isolichenin, Dextrin nur von wenigen, Arabinose von 11 Arten in Oxalsäure übergeführt.

Bact. Monaster. vermochte 10, Dextrose, Lävulose, Maltose, Rohrzucker, Milchzucker. Raffinose, Rhamnose, Arabinose, Isolichenin und Dextrin, Bact. Dortmund. 9, und zwar alle Stoffe mit Ausnahme der der Cellulosegruppe, Bact. parvulum ebenfalls 9, Dextrose, Lävulose, Galaktose, Maltose, Rohrzucker, Raffinose, Arabinose, Isolichenin und Dextrin in Oxalsäure überzuführen. Die übrigen konnten nur wenige Kohlenhydrate in Oxalsäure umwandeln: Bact. aceti 6 Stoffe, Dextrose, Lävulose, Rohrzucker, Rhamnose, Arabinose und Isolichenin, Bact. Kützing. ebenfalls 6, Dextrose, Galaktose, Milchzucker, Arabinose, Isolichenin und Dextrin, Bact. diabeticum 6, Dextrose, Lävulose, Maltose, Rohrzucker, Arabinose und Isolichenin, Bact. acetosum nur 4, Dextrose, Rohrzucker, Arabinose, Dextrin, Bact. ascendens 3, Dextrose, Rhamnose, Arabinose, Bact. xylinum außerdem noch Lävulose, Bact. Pasteur. 3, Dextrose, Rohrzucker, Dextrin, Termobact. aceti 3, Dextrose, Galaktose, Arabinose, Bact. acetigenum: Dextrose und Arabinose, Bact. industrium: Dextrose und Isolichenin, Bact. oxydans: Dextrose und Lävulose und schließlich Bact. acid. oxal. nur Dextrose.

B. Alkohole.

| | 1 °/₀ Methylalkohol | 3 °/₀ Aethylalkohol | 2 °/₀ Propylalkohol | 1 °/₀ Butylalkohol | 0,5 °/₀ Amylalkohol | 1 °/₀ Aethylenglykol | 1 °/₀ Glycerin | 1 °/₀ Erythrit | 1 °/₀ Mannit | 2 °/₀ Dulcit |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bact. aceti | — | — | — | — | — | 3 | 2 | 3 | — | — |
| „ acetigenum | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| „ acetosum | — | — | — | — | — | 3 | — | 2 | — | — |
| „ ascendens | — | — | — | — | — | 3 | 2 | — | — | — |
| „ industrium | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | 2 | — |
| „ Kützing. | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — |
| „ oxydans | — | 1 | — | — | — | — | 2 | 2 | — | — |
| „ Pasteur. | — | — | — | — | — | 2 | 2 | — | — | — |
| „ xylinum | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — |
| Termobact. aceti | — | 1 | — | — | — | 2 | 2 | — | — | — |
| Bact. Dortmund. | — | 1 | — | — | — | 1 | 2 | 3 | 1 | — |
| „ acid. oxal. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| „ diabeticum | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — |
| „ parvulum | — | — | — | — | — | 1 | 2 | 2 | — | — |
| „ Monaster. | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — |

Es vermag also keine der 15 Arten, aus Methylalkohol, Propylalkohol, Butylalkohol, Amylalkohol, Dulcit Oxalsäure zu bilden. Aethylenglykol vermögen 8, Glycerin ebenfalls 8, Erythrit 7, Aethylalkohol 4 und Mannit 3 Arten in Oxalsäure umzuwandeln. Bact. aceti und Bact. parvulum vermochten 3, Aethylenglykol, Glycerin und Erythrit, Bact. Dortmund. außerdem noch Aethylalkohol und Mannit in Oxalsäure überzuführen. Bact. industrium konnte aus 3, Aethylenalkohol, Erythrit, Mannit, Bact. oxydans aus 3, Aethylalkohol, Erythrit, Glycerin, Termobact. aceti aus 3, Aethylalkohol, Aethylglykol, Glycerin, Bact. acetosum aus 2, Aethylenglykol und Erythrit, Bact. ascendens und Bact. Pasteur. aus 2 Stoffen, Aethylenglykol und Glycerin Oxalsäure bilden. Einige Species vermochten nur 1 Alkohol in Oxalsäure umzuwandeln, und zwar Bact. Kützing. nur Aethylenglykol, Bact. xylinum nur Glycerin, Bact. diabeticum nur Mannit und Bact. Monaster. nur Erythrit. Bact. acetigenum und Bact. acid. oxal. konnten aus keinem der geprüften Alkohole Oxalsäure erzeugen.

(Siehe Tabelle S. 26.)

Es werden also Ameisensäure, Propionsäure, Buttersäure, Baldriansäure, Bernsteinsäure, Aepfelsäure, Weinsäure, Citronensäure, Glykokoll, Sarkosin, Leucin von keiner Species, Glykolsäure von allen Arten, bei denen Entwickelung eingetreten war, nämlich 8, in Oxalsäure übergeführt. Brenzweinsäure vermögen 9, Malonsäure 5, Milchsäure 5, Essigsäure 3, Isobuttersäure ebenfalls 3 Arten in Oxalsäure umzuwandeln.

C. Säuren der Fettreihe.

| | Ameisensäure (Natriumsalz 1 %) | Essigsäure (Natriumsalz 1 %) | Propionsäure (Natriumsalz 1 %) | Buttersäure (Natriumsalz 0,5 %) | Isobuttersäure (Natriumsalz 0,5 %) | Baldriansäure (Kaliumsalz 0,5 %) | Glykolsäure (0,25 %) | Milchsäure (Natriumsalz 1 %) | Malonsäure (0,25 %) | Bernsteinsäure (Natriumsalz 1 %) | Brenzweinsäure (0,25 %) | Aepfelsäure (Natriumsalz 1 %) | Weinsäure (Natriumsalz 1 %) | Citronensäure (Natriumsalz 1 %) | Glykokoll (1 %) | Sarkosin (0,25 %) | Leucin (0,5 %) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bact. aceti | — | — | — | — | 1 | — | 3 | — | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — | — |
| „ acetigenum | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — |
| „ acetosum | — | — | — | — | — | — | 3 | — | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — | — |
| „ ascendens | — | — | — | — | — | — | 3 | — | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — | — |
| „ industrium | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — |
| „ Kützing. | — | — | — | — | 2 | — | 3 | 2 | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — | — |
| „ oxydans | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| „ Pasteur. | — | — | — | — | 2 | — | 3 | — | 2 | — | 1 | — | — | — | — | — | — |
| „ xylinum | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Termobact. aceti | — | 1 | — | — | — | — | 3 | 2 | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — | — |
| Bact. Dortmund. | — | — | — | — | — | — | 3 | 2 | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — | — |
| „ acid. oxal. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| „ diabeticum | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| „ parvulum | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| „ Monaster. | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Bact. aceti und Bact. Pasteur. vermochten aus 4, Isobuttersäure, Glykolsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure, Bact. Kützing. außerdem noch aus Milchsäure Oxalsäure zu bilden. Bact. Dortmund. konnte 4, Glykolsäure, Milchsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure, Termobact. aceti außerdem noch Essigsäure in Oxalsäure umwandeln. Bact. acetosum und Bact. ascendens vermochten aus 3 Stoffen, Glykolsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure, Bact. acetigenum aus 2, Glykolsäure und Brenzweinsäure, Bact. industrium aus 2, Essigsäure und Brenzweinsäure Oxalsäure zu erzeugen. Bact. oxydans konnte nur Essigsäure, Bact. parvulum nur Milchsäure, Bact. Monaster. ebenfalls nur Milchsäure in Oxalsäure überführen. Bact. xylinum, Bact. acid. oxal. und Bact. diabeticum konnten aus keiner der geprüften Säuren Oxalsäure bilden.

(Siehe Tabelle S. 27.)

Keine der 15 Species kann also aus Harnstoff, Harnsäure, Kreatin, Kreatinin, ferner aus den aromatischen Säuren Benzoësäure, Hippursäure, Salicylsäure, Tyrosin Oxalsäure bilden.

Weiter sei noch angeführt, wie viele von den geprüften Kohlenstoffverbindungen die einzelnen Species in Oxalsäure überzuführen vermögen:

Bact. Dortmund. 18, Dextrose, Lävulose, Galaktose, Maltose, Rohrzucker, Milchzucker, Raffinose, Rhamnose, Arabinose, Aethylalkohol, Aethylenglykol, Glycerin, Erythrit, Mannit, Glykolsäure, Milchsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure.

D. Harnstoff, Harnsäure und ihre Derivate. E. Aromatische Säuren.

| | Harnstoff 1 % | Harnsäure (Kaliumsalz 0,5 %) | Kreatin 0,25 % | Kreatinin 0,25 % | | Benzoësäure (Kaliumsalz 0,5 %) | Hippursäure (Natriumsalz 0,5 %) | Salicylsäure (Natriumsalz 0,5 %) | Tyrosin 0,25 % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bact. aceti | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ acetigenum | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ acetosum | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ ascendens | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ industrium | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ Kützing. | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ oxydans | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ Pasteur. | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ xylinum | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| Termobact. aceti | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| Bact. Dortmund. | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ acid. oxal. | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ diabeticum | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ parvulum | — | — | — | — | | — | — | — | — |
| „ Monaster. | — | — | — | — | | — | — | — | — |

Bact. aceti 13, Dextrose, Lävulose, Rohrzucker, Rhamnose, Arabinose, Isolichenin, Aethylenglykol, Glycerin, Erythrit, Isobuttersäure, Glykolsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure.

Bact. parvulum 13, Dextrose, Lävulose, Galaktose, Maltose, Rohrzucker, Raffinose, Arabinose, Isolichenin, Dextrin, Aethylenglykol, Glycerin, Erythrit, Milchsäure.

Bact. Kützing. 12, Dextrose, Galaktose, Milchzucker, Arabinose, Isoligenin, Dextrin, Aethylenglykol, Isobuttersäure, Glykolsäure, Milchsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure.

Bact. Monaster. 12, Dextrose, Lävulose, Maltose, Rohrzucker, Milchzucker, Raffinose, Rhamnose, Arabinose, Isolichenin, Dextrin, Erythrit, Milchsäure.

Termob. aceti 11, Dextrose, Galaktose, Arabinose, Aethylalkohol, Aethylenglykol, Glycerin, Essigsäure, Glykolsäure, Milchsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure.

Bact. acetosum 9, Dextrose, Rohrzucker, Arabinose, Dextrin, Aethylenglykol, Erythrit, Glykolsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure.

Bact. Pasteur. 9, Dextrose, Rohrzucker, Dextrin, Aethylenglykol, Glycerin, Isobuttersäure, Glykolsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure.

Bact. ascendens 8, Dextrose, Rhamnose, Arabinose, Aethylenglykol, Glycerin, Glykolsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure.

Bact. industrium 7, Dextrose, Isolichenin, Aethylalkohol, Erythrit, Mannit, Essigsäure, Brenzweinsäure.

Bact. diabeticum 7, Dextrose, Lävulose, Maltose, Rohrzucker, Arabinose, Isolichenin, Mannit.
Bact. oxydans 6, Dextrose, Lävulose, Aethylalkohol, Glycerin, Erythrit, Essigsäure.
Bact. xylinum 5, Dextrose, Lävulose, Rhamnose, Arabinose, Glycerin.
Bact. acetigenum 4, Dextrose, Arabinose, Glykolsäure, Brenzweinsäure.
Bact. acid. oxal. 1, Dextrose.

Seitens verschiedener Autoren ist die Behauptung aufgestellt worden, daß entweder sämtliche Essigbakterien oder einige Arten derselben gewisse Alkohole bis zur Kohlensäure zu oxydieren imstande sind. So nahmen Nägeli und Pasteur an, daß die Essigbakterien (sie haben allerdings nicht mit rein gezüchteten Arten, sondern mit Gemischen experimentiert) den Aethylalkohol nicht bloß bis zur Essigsäure, sondern schließlich auch noch weiter bis zur Kohlensäure oxydieren können.

Henneberg fand, daß Bact. acetosum Henneberg, Bact. aceti Emil Chr. Hansen, Bact. Kützing. Emil Chr. Hansen, Bact. Pasteur. Emil Chr. Hansen die aus dem Alkohol gebildete Essigsäure weiter zu oxydieren vermögen. Welches Produkt dabei entsteht, hat Henneberg nicht weiter ermittelt.

Aus meinen eigenen obigen Untersuchungen ergiebt sich, daß in der That Essigbakterien den Aethylenalkohol weiter als bis zur Essigsäure oxydieren können, nämlich bis zur **Oxalsäure**, und zwar gilt das von Bact. industrium, Bact. oxydans und Termob. aceti. Ob nun bei diesem Prozesse nebenher noch Kohlensäure entsteht, habe ich nicht näher geprüft.

Wie oben gezeigt wurde, können auch andere Alkohole in Oxalsäure übergeführt werden, nämlich **Aethylenglykol** von Bact. aceti, Bact. acetosum, Bact. ascendens, Bact. Kützing., Bact. Pasteur., Termob. aceti, Bact. Dortmund., Bact. parvulum; **Glycerin** von Bact. aceti, Bact. ascendens, Bact. oxydans, Bact. Pasteur., Bact. xylinum, Termob. aceti, Bact. Dortmund., Bact. parvulum; **Erythrit** von Bact. aceti, Bact. acetosum, Bact. industrium, Bact. oxydans, Bact. Dortmund., Bact. parvulum, Bact. Monaster.; **Mannit** von Bact. industrium, Bact. Dortmund., Bact. diabeticum.

Zum Schlusse möchte ich noch ausdrücklich bemerken, daß Bact. xylinum, Bact. diabeticum und Bact. acid oxal.; für die ich als Nährsalzquelle nicht das so günstige Fleischextrakt, sondern statt dessen phosphorsaures Kali, schwefelsaure Magnesia und etwas Kalk verwenden durfte (weil aus den im Fleischextrakt vorhandenen Stoffen, wie bereits früher gezeigt, an und für sich schon Oxalsäure gebildet werden kann) möglicherweise diese oder jene Kohlenstoffverbindung, mit der ich keine Oxalsäure erhielt, bei Verwendung einer anderen Nährsalzzusammensetzung oder unter sonstigen anderen Kulturbedingungen doch noch Oxalsäure zu bilden vermögen. Ich schließe das daraus, weil z. B. Bact.

aced. oxal. und Bact. xylinum auf Biergelatine Oxalsäure bildeten, während bei meinen Versuchen mit Maltose und Dextrin sich keine Oxalsäurebildung einstellte. Von spezieller Prüfung dieser Frage mußte ich absehen, da meine sonstigen zahlreichen Versuche schon sehr viel Zeit beansprucht hatten.

---

## Abschnitt III.

### Kurze Kennzeichnung der neuen Arten.

#### 1. Bacterium acidi oxalici.

Aus dem Schleimfluß einer Eiche bei Münster i./W.

Diese Species steht morphologisch dem Bact. xylinum J. Brown sehr nahe. Sie bildet auf Traubenzuckergelatine (Gelatine 7 Proz., Traubenzucker 2 Proz., Pepton 1 Proz., Fleischextrakt 1 Proz.) bei 20—21° sich langsam entwickelnde Gallertkolonieen, welche auf der Kulturplatte als rundliche, glänzende, erhabene, mehr oder weniger krenulierte Scheiben auftreten. Die Gallerte hat eine ziemlich zähe Beschaffenheit, wie man schon daraus erkennt, daß sie bei dem Versuche, einen Teil mit der Nadel wegzunehmen, sich fadenartig auszieht. Auf gewöhnlichem untergärigen Bier, dem nach dem Sterilisieren noch 2 Proz. Alkohol zugefügt waren, entwickelte sich der Pilz in Form von mächtigen, schließlich zu Boden sinkenden, zähen Gallerthäuten. In den Häuten finden sich die Zellen zu Fäden angeordnet; die Länge der Zellen beträgt 1,6—2,9 $\mu$, die Breite 0,5—0,9 $\mu$ (gefärbt). Die Zellenwände zeichnen sich durch sehr starke Verdickung und gallertige Beschaffenheit aus und geben mit Chlorzinkjodlösung sowohl als mit Jod und Schwefelsäure Cellulosereaktion wie bei Bact. xylinum. Schwärmzustände konnte ich auch in den ersten Stadien der Entwickelung niemals vorfinden.

In physiologischer Beziehung ist der Spaltpilz dadurch bemerkenswert, daß der Alkohol zu Essigsäure oxydiert. Auf untergärigem Bier gezüchtet, bewirkt er schon nach etlichen Tagen einen schwachen, späterhin sehr kräftigen Essiggeruch, der noch an 7 Wochen alten Kulturen ebenso auffällig war. Während Bact. xylinum unter den angeführten Bedingungen imstande ist, Dextrose, Lävulose, Rhamnose, Arabinose und Glycerin in Oxalsäure umzuwandeln, vermag Bact. acid. oxal. nur aus Dextrose Oxalsäure zu bilden. Während ferner Bact. oxal. von Milchzucker, Rhamnose, Propylalkohol, Butylalkohol, Isobuttersäure, Brenzweinsäure schlecht oder auch gar nicht ernährt wird, wächst Bact. xylinum auf diesen Substraten gut, und während Essigsäure für Bact. acid. oxal. ein gutes Nährmittel abgiebt, wird Bact. xylinum davon schlecht ernährt.

Ein Gelatine peptonisierendes Ferment vermag der Pilz nicht zu bilden.

Was die Kardinalpunkte der Wachstumstemperatur betrifft, so

fand ich das Maximum bei etwa 30°, das Minimum bei etwa 16°, das Optimum bei 23—25°.

### 2. Bacterium Dortmundense.

Isoliert aus Bier der Dortmunder Brauerei Union.

Zellen kurz cylindrisch, ohne Cilien, von 1,4—1,95 $\mu$ Länge und 1,0—1,2 $\mu$ Breite (gefärbt) nicht mit ausgesprochener Fadenbildung. Endogene Sporen fehlen. Kolonieen auf der Gelatineplatte (Gelatine 7 Proz., Dextrose 2 Proz., Pepton 1 Proz., Fleischextrakt 1 Proz.) bei 21—22° bereits nach 20 Stunden als Pünktchen sichtbar; nach weiteren 20 Stunden schon 3—5 mm breit, glänzend, schleimig, kreisrund mit glattem Rande. Schließlich werden die Kolonieen bis über 1 cm breit. Die Gelatinekultur entwickelt einen eigentümlichen, brotähnlichen Geruch, der sich nach wenigen Tagen verliert und einem anderen ebenfalls charakteristischen Geruch Platz macht. Auf der schrägen Fläche im Reagierglase entsteht im oberflächlichen Impfstrich bei 21° schon nach 20 Stunden ein glänzender etwas erhabener Belag mit unregelmäßig gebuchtetem Rande. Bei aufrechter Stellung des Röhrchens fließt dieser Belag wegen seiner schleimigen Beschaffenheit allmählich herunter. Die Gelatine wird indessen niemals verflüssigt.

Auf untergärigem Bier tritt lebhafte Entwickelung ein unter starker Trübung. Eine Bildung von Essigsäure findet nicht statt.

Der Pilz wandelt zu Oxalsäure um folgende Stoffe: Dextrose, Lävulose, Galaktose, Maltose, Rohrzucker, Milchzucker, Raffinose, Rhamnose, Arabinose, Aethylalkohol, Aethylenglykol, Glycerin, Erythrit, Mannit, Glykolsäure, Milchsäure, Malonsäure, Brenzweinsäure.

Das Optimum der Wachstumstemperatur liegt bei 27—29°, das Minimum bei 9,5—10°, das Maximum bei 39—40°.

Wie Fig. 3 zeigt, wird auf Dextrosegelatine unmittelbar in und neben den im Impfstrich gewachsenen Kolonieen reichlich Kalkoxalat erzeugt.

### 3. Bacterium diabeticum.

Aus dem Harn einer an Diabetes mellitus erkrankten Frau isoliert.

Auf der Gelatineplatte (Gelatine 7 Proz., Dextrose 2 Proz., Pepton 1 Proz., Fleischextrakt 1 Proz.) bei Zimmertemperatur gezüchtet, bildet der Spaltpilz winzige weiße Kolonieen, welche schon vom 3. Tage ab die Gelatine verflüssigen. In der Verflüssigungszone entstehen bald Kalkoxalatkrystalle. Die Oberfläche der verflüssigten Gelatine irisiert lebhaft. Auf der schrägen Fläche von Nähragar (Agar 1 Proz., Traubenzucker 2 Proz., Pepton 1 Proz., Fleischextrakt 1 Proz.) entsteht bei Zimmertemperatur im Impfstrich ein etwas schleimiger, schmutzig-weißlicher, gleichmäßig dicker, durchscheinender Belag, der sich binnen 3 Tagen bis an die Glaswand ausdehnt.

Der Spaltpilz bildet cylindrische Zellen von 1,7—2,3 $\mu$ Länge

und 0,75—1,2 μ Dicke (gefärbt). Er zeigt lebhafte Schwärmbewegung. Endogene Sporenbildung fehlt.

Harn wird nach 3 Tagen stark getrübt. Nach etwa 8 Tagen hat sich auf dem Boden des Reagierglases ein weißer Niederschlag von Spaltpilzmasse gebildet. Der Harn behält seine saure Reaktion. Eine Hautbildung findet nicht statt.

Der Pilz erzeugt Oxalsäure aus Dextrose, Lävulose, Maltose, Rohrzucker, Arabinose, Isolichenin, Mannit.

In mit Erythrit oder Mannit, Arabinose, Lävulose angestellten Nährlösungen wird in geringer Menge ein violetter Farbstoff erzeugt, der in Kulturen mit Glycerin oder Kreatin, Sarkosin nicht auftrat.

Aeltere Gelatine- oder Agarkulturen sind alkalisch geworden und zeigen eine Abscheidung sargdeckelähnlicher Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia.

Was die Kardinalpunkte der Wachstumstemperatur betrifft, so fand ich das Maximum bei 40—40,5 °, das Minimum bei 9,5—10 °. Das Optimum ist sehr breit und reicht von etwa 20—38 °.

### 4. Bacterium parvulum.

Aus normalem Harn isoliert.

Cylindrische, schwärmfähige, 1,4—2 μ lange und 0,3—0,8 μ breite Zellen (gefärbt). Endogene Sporenbildung fehlt. Auf der Gelatineplatte (Gelatine 7 Proz., Dextrose 2 Proz., Pepton 1 Proz., Fleischextrakt 1 Proz.) erscheinen nach 20 Stunden bei 20—21 ° die Kolonieen als winzige weiße Pünktchen; einige Tage später als schmutzig-weiße, schleimige, glänzende, flache Tröpfchen, die einen geringen Stich ins Gelbliche zeigen. Am 8. Tage sind Zeichen von Verflüssigung der Gelatine vorhanden. In den Kolonieen finden sich jetzt zahlreiche Kalkoxalatkrystalle. Die Kulturen besitzen einen widerlichen Geruch.

Auf der schrägen Gelatinefläche entsteht im oberflächlichen Impfstrich bei 20—21 ° innerhalb 24 Stunden eine etwas erhabene schmale Kolonie mit schwach gebuchtetem Rande, die an den folgenden Tagen noch etwas in die Breite wächst, schmutzig-weiß mit einem schwachen Stich ins Gelbliche, glänzend und schwach irisierend erscheint. Später nimmt der Belag eine immer intensiver werdende gelbe und schließlich braungelbe Farbe an. Die Verflüssigung der Gelatine erfolgt langsam, die Färbung der letzteren wird mit der Zeit dunkel. Die verflüssigte Masse ist alkalisch geworden und zeigt schon mit bloßem Auge sargdeckelähnliche Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia.

In untergärigem Bier tritt nur geringe Entwickelung ein ohne Bildung von Essigsäure. Im Harn dagegen findet lebhaftes Wachstum statt. Nach 8 Tagen ist die Flüssigkeit stark getrübt; auf dem Boden des Gefäßes setzt sich ein weißer Niederschlag ab, der aus Bakterien besteht. Eine Hautbildung findet nicht statt. Der Harn behält seine saure Reaktion.

Bact. parvulum vermag Oxalsäure zu bilden aus: Dextrose,

Lävulose, Galaktose, Maltose, Rohrzucker, Raffinose, Arabinose, Isolichenin, Dextrin, Aethylenglykol, Glycerin, Erythrit, Milchsäure.

Bei Zimmer- und Bruttemperatur entwickelt sich der Pilz annähernd gleich gut. Das Minimum liegt bei 12°.

Das Vermögen, Gelatine zu peptonisieren, schwächt sich bei fortgesetzter Umzüchtung ab und fehlt schließlich.

5. Bacterium Monasteriense.

Isoliert aus dem Stadtgraben zu Münster i./W.

Auf der Gelatineplatte (Gelatine 7 Proz., Dextrose 2 Proz. Pepton 1 Proz., Fleischextrakt 1 Proz.) bilden sich in 40 Stunden bei 20° punktförmige Kolonieen, die später gelb werden, schleimige Konsistenz und glatten oder höchstens schwach gebuchteten Rand zeigen. Im Innern der Kolonie bemerkt man bei schwacher mikroskopischer Vergrößerung keine besondere Struktur. Nach etwa 6 Tagen ist eine deutliche Erweichung resp. beginnende Verflüssigung der Gelatine bemerkbar.

Auf der schrägen Gelatinefläche entsteht bei 21—22° im oberflächlichen Impfstrich binnen 2 Tagen eine gleichmäßig dicke, schleimige Kolonie, mit sehr schwach gebuchtetem Rande, die später eine immer intensiver werdende gelbe und schließlich braungelbe Farbe annimmt. Die Verflüssigung der Gelatine erfolgt langsam; die Färbung der letzteren wird mit der Zeit dunkel.

Der Spaltpilz bildet stäbchenförmige, schwärmfähige Zellen, die keine ausgesprochene Fadenbildung eingehen. Ihre Länge beträgt 1,8—3,6 $\mu$, die Breite 0,5—0,9 $\mu$ (gefärbt). Endogene Sporenbildung fehlt.

Der Pilz vermag Oxalsäure zu bilden aus: Dextrose, Lävulose, Maltose, Rohrzucker, Milchzucker, Raffinose, Rhamnose, Arabinose, Isolichenin, Dextrin, Erythrit, Milchsäure.

Das Maximum der Wachstumstemperatur liegt bei 30°, das Minimum bei 13°, das Optimum bei 24—25°.

Das Vermögen, Gelatine zu peptonisieren, schwächt sich bei fortgesetzter Umzüchtung ab und fehlt schließlich.

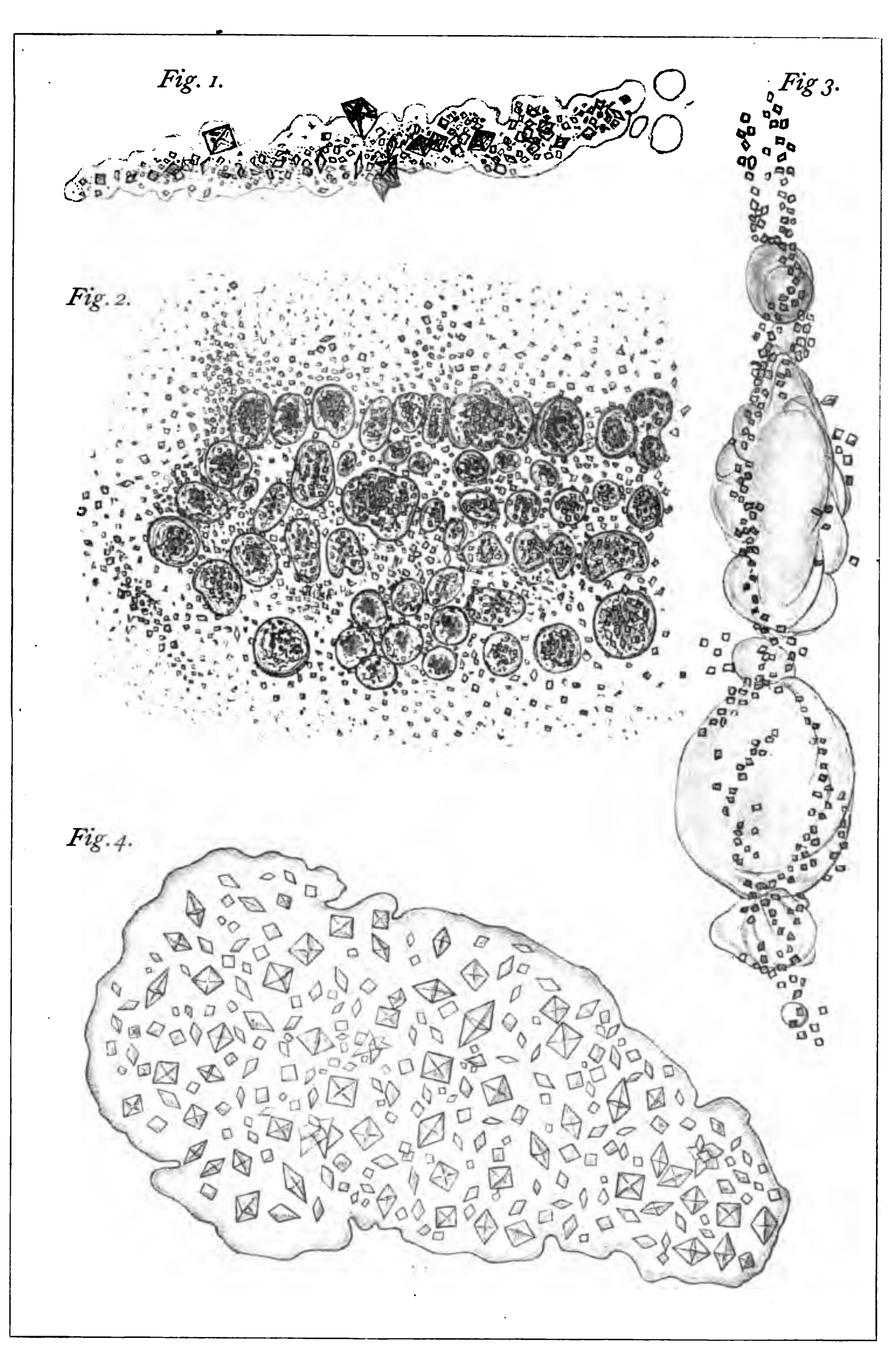
**Tafelerklärung.**

Fig. 1. Bact. acetosum. Gruppe von einer großen und drei kleinen Kolonieen auf Glykolsäuregelatine bei durchgehendem Licht, 70-fach vergrößert.

Fig. 2. Bact. aceti. Gruppe von Kolonieen auf Glykolsäuregelatine bei durchgehendem Licht und 30-facher Vergrößerung. Sowohl die Gelatine im Umkreis der Kolonieen, als auch diese selbst sind von äußerst zahlreichen Kalkoxalatoktaëdern durchsetzt.

Fig. 3. Bact. Dortmundense. Gruppe von Kolonieen auf Traubenzuckergelatine bei durchgehendem Licht und 70-facher Vergrößerung. Unmittelbar in und neben den im Impfstrich gewachsenen Kolonieen werden reichlich Kalkoxalatkrystalle erzeugt.

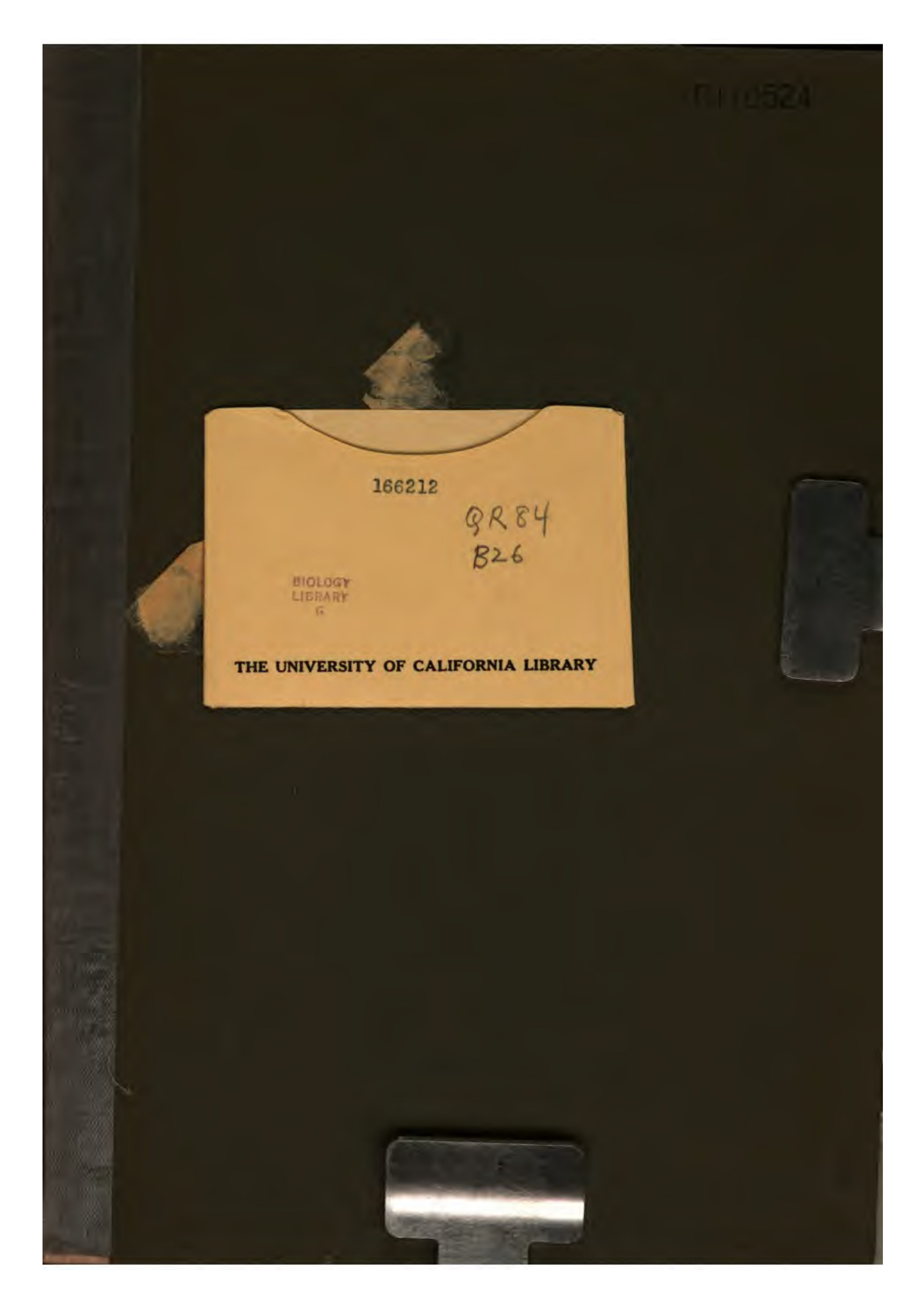
Fig. 4. Bact. aceti. Eine Kolonie auf Glykolsäuregelatine bei durchgehendem Licht und 70-facher Vergrößerung.



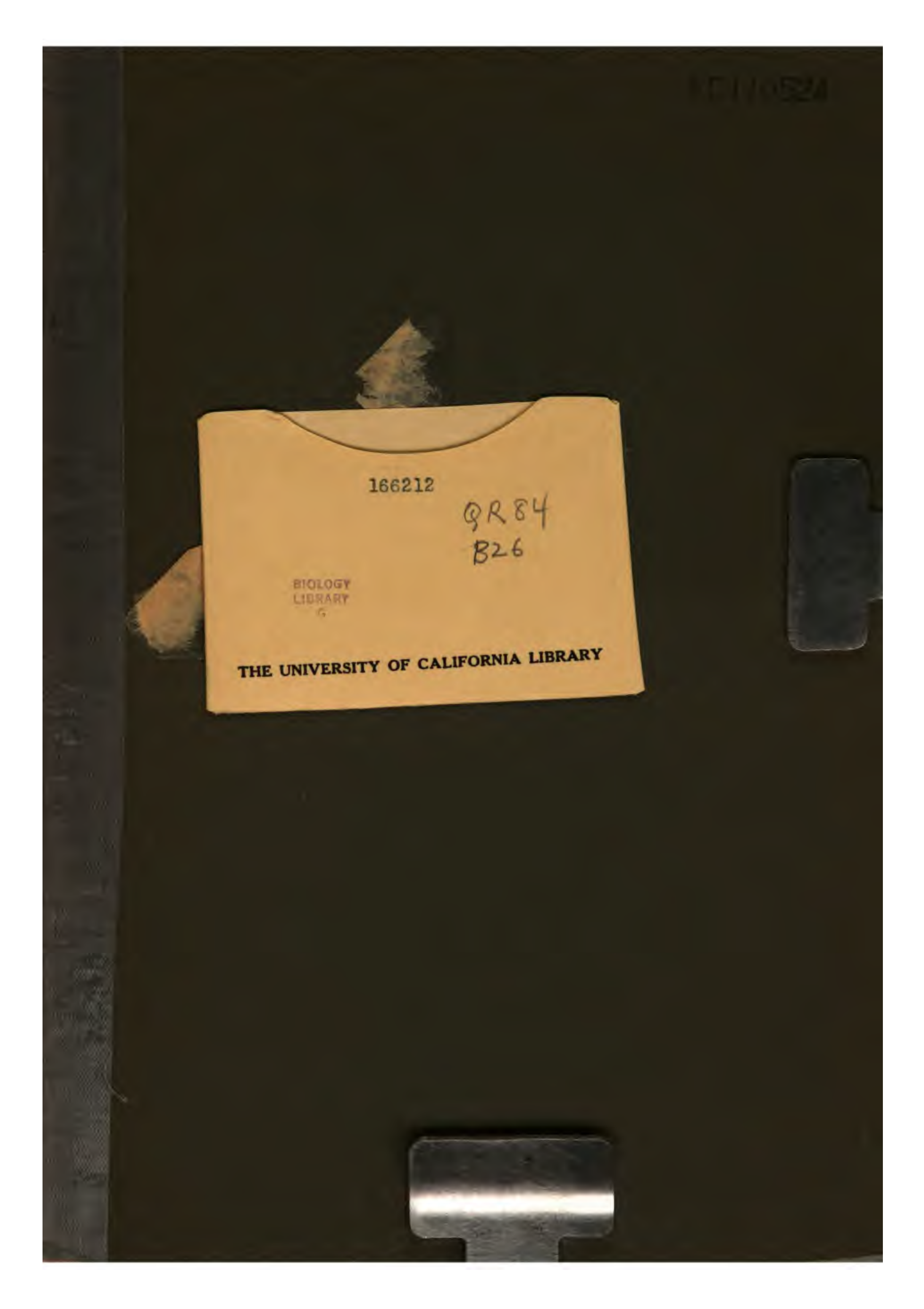

Banning gez. Verlag von Gustav Fischer, Jena. P. Weise, Lith., Jena.


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.


166212
QR84
B26
BIOLOGY
LIBRARY
G
THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.


166212
QR84
B26
BIOLOGY
LIBRARY
G
THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

